

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-283162

(43)Date of publication of application : 31.10.1997

(51)Int.Cl.

H01M 8/02

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 08-090750

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 12.04.1996

(72)Inventor : HASEGAWA YASUAKI
WATANABE SHOGO

(54) SOLID HIGH MOLECULAR FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To suppress the increasing of a size and heighten fuel cell performance by properly conducting the feed and discharge control of the water content of the whole fuel cell.

SOLUTION: A fuel cell is provided with an electrolyte film-electrode junction body which is composed of a solid molecule electrolyte film, an anode electrode arranged on one side thereof and a cathode electrode arranged on the other side thereof, an anode gas path which feeds anode side gas to one side of the electrolyte film-electrode junction body, and a cathode gas path which feeds cathode side gas to the other side of the electrolyte film-electrode junction body.

The anode gas path and the cathode gas path are provided in a position relation such as confronting each other sandwiching the electrolyte film-electrode junction body so that the anode gas and the cathode gas flow respectively in the paths in parallel.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An electrolyte membrane-electrode conjugate which consists of an anode electrode arranged at this one solid-polyelectrolyte-membrane and solid-polyelectrolyte-membrane side, and a cathode terminal arranged at the another side side, An anode gas passage for supplying anode side gas to this one electrolyte membrane-electrode conjugate side, In a polymer electrolyte fuel cell provided with a cathode gas passage for supplying cathode side gas to the another side side of said electrolyte membrane-electrode conjugate, A polymer electrolyte fuel cell constituting so that said anode gas passage and a cathode gas passage may be provided by physical relationship which confronts each other on both sides of said electrolyte membrane-electrode conjugate and anode gas and cathode gas may circulate inside of each passage in parallel.

[Claim 2]In Claim 1, said electrolyte membrane-electrode conjugate, While being a film of rectangular shape mostly and establishing an entrance to each passage of the above-mentioned anode gas and cathode gas in a diagonal position of the above-mentioned electrolyte membrane-electrode conjugate in plane view, Said anode gas passage and a cathode gas passage are formed so that the shape of a spiral may be drawn and it may extend from each entrance on said electrolyte membrane-electrode conjugate.

A polymer electrolyte fuel cell, wherein it is reversed on the way, and this anode and a cathode gas passage draw the shape of a spiral and are open for free passage to each exit.

[Claim 3]In Claim 1, said electrolyte membrane-electrode conjugate, While being a film of rectangular shape mostly and establishing an entrance to each passage of the above-mentioned anode gas and cathode gas in a diagonal position of the above-mentioned electrolyte membrane-electrode conjugate in plane view, A polymer electrolyte fuel cell, wherein said anode gas passage and a cathode gas passage extend winding from each entrance on said electrolyte membrane-electrode conjugate and are open for free passage to each exit.

[Claim 4]An anode gas humidification means which humidifies anode gas in Claim 1, A polymer electrolyte fuel cell, wherein it has independently a cathode gas humidification means which humidifies cathode gas, respectively, and the above-mentioned anode gas humidification means operates so that humidity of anode gas may become high relatively rather than humidity of cathode gas.

[Claim 5]A polymer electrolyte fuel cell coming to humidify so that anode gas may be in a supersaturation state, when said anode gas humidification means provides a moisture supply means of mist shape in an anode gas passage in Claim 1 or 4.

[Claim 6]A polymer electrolyte fuel cell characterized by thickness of said solid polyelectrolyte membrane being about 50 micrometers or less in Claim 1.

[Claim 7]A polymer electrolyte fuel cell characterized by a thing characterized by comprising the following which it humidifies so that anode gas may become alike with a supersaturation state, and is operated so that humidity of anode gas may become high relatively rather than humidity of cathode gas.

Solid polyelectrolyte membrane.

An anode gas passage for supplying anode side gas to this one solid polymer electrolysis film side.

A cathode gas passage for supplying cathode side gas to the another side side of said solid polyelectrolyte membrane.

Having an anode gas humidification means which humidifies anode gas, and a cathode gas humidification means which humidifies cathode gas, the above-mentioned anode gas humidification means is a moisture supply means of mist shape to an anode gas passage.

[Claim 8]A polymer electrolyte fuel cell maintaining water temperature of the anode side humidifying section to a temperature higher than temperature inside a fuel cell in Claim 7.

[Claim 9]A polymer electrolyte fuel cell increasing a circulating load of anode gas 2 to 10 times of the amount of stoichiometries required for an electrode reaction in Claim 7.

[Claim 10]A polymer electrolyte fuel cell increasing the amount of supply of moisture to anode gas in a low loading field in Claims 7–9.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to a polymer electrolyte fuel cell.

[0002]

[Description of the Prior Art]a polymer electrolyte fuel cell forms the gas passageway for supplying each reactant gas to the electrode surface of the power generation element (cell), i.e., solid polyelectrolyte membrane,—electrode conjugate constituted by generally putting the solid polymer of hydrogen ion conductivity with the carbon electrodes which supported the platinum catalyst — both, It has the structure which laminated the gas separating component which supports a cell from both sides. And fuel gas, such as hydrogen gas, is supplied to one electrode, oxidant gas, such as oxygen or air, is supplied to the electrode of another side, and the chemical energy concerning the oxidation—reduction reaction of fuel gas is extracted as direct electrical energy. In this case, the fuel cell constituted by laminating a cell as mentioned above is provided with the gas passageway prolonged in the lamination direction of a cell for the gas supply to the electrode surface of each cell.

The gas passageway prolonged in this cell laminating direction constitutes the gas supplying port to the gas passageway on the electrode surface of each cell, and the gas exhaust from the gas passageway on this electrode surface.

Supply of this gas and an outlet are provided near the end of a cell. And reactant gas is in the state isolated by the electrode, and it circulates each electrode surface top, performing oxidation and a reduction reaction by the each side of an electrode.

[0003]JP,H5-94831,A has disclosed the fuel cell constituted so that it might flow in the direction the direction and the hydrogen which circulates the electrode surface top which is one side, and the oxygen which circulates the field of the opposite hand cross at right angles.The flow pattern in each electrode surface of reactant gas is known also besides being indicated by the above—mentioned gazette. The electrical energy by a series of electrochemical reaction which an electron moves through external load at the cathode side, reacts to oxygen, and generates water in each cell which constitutes a fuel cell can be taken out. In solid polyelectrolyte membrane, since a hydrogen ion moves, if solid polyelectrolyte membrane dries, ionic conductivity will fall and an energy conversion efficiency will fall. Therefore, in order to maintain good ion conduction, it is necessary to supply moisture to solid polyelectrolyte membrane.

[0004]

[Problem(s) to be Solved]In the conventional polymer electrolyte fuel cell, in order to maintain high reaction velocity, the humidifying device formed in the exterior of the cell which an electrode reaction produces chiefly performs supply of the above—mentioned moisture. However, enlargement of equipment is not escaped in the composition which makes it depend for humidification of reactant gas on a humidifying device chiefly. As mentioned above, in a fuel cell, although moisture is needed by both by the side of an anode electrode and a cathode terminal, by the cathode terminal side, water generates by an electrode reaction. Since a subsequent cathode electrode reaction will be checked if this produced water stops at an electrode surface as it is, it is necessary to eliminate from an electrode surface by a suitable means. On the other hand, in the anode electrode side, in order to make an electrode reaction continue properly, it is necessary to maintain hydrogen gas to a damp or wet condition. At the former, there is nothing that coped with control of moisture in total in the system of such a whole fuel cell. This invention comprised such a viewpoint and an object of this invention is to aim at improvement in the performance of a fuel cell, controlling enlargement of equipment by performing properly supply and exhaust control of the moisture of the whole fuel cell.

[0005]

[Means for solving problem]In order to attain the above—mentioned purpose, this invention is

constituted as follows. Namely, the polymer electrolyte fuel cell concerning this invention, The electrolyte membrane-electrode conjugate which consists of an anode electrode arranged at this one solid-polyelectrolyte-membrane and solid-polyelectrolyte-membrane side, and a cathode terminal arranged at the another side side, The anode gas passage for supplying anode side gas to this one electrolyte membrane-electrode conjugate side, In the polymer electrolyte fuel cell provided with the cathode gas passage for supplying cathode side gas to the another side side of said electrolyte membrane-electrode conjugate, It constituted so that said anode gas passage and a cathode gas passage might be provided by the physical relationship which confronts each other on both sides of said solid polyelectrolyte membrane and anode gas and cathode gas might circulate the inside of each passage in parallel. In this case, while said electrolyte membrane-electrode conjugate is a film of rectangular shape mostly and the entrance to each passage of the above-mentioned anode gas and cathode gas is established in the diagonal position of the above-mentioned electrolyte membrane-electrode conjugate in plane view, Said anode gas passage and the cathode gas passage are formed so that the shape of a spiral may be drawn and it may extend from each entrance on said electrolyte membrane-electrode conjugate, and as for this anode and a cathode gas passage, it is preferred that it is reversed on the way, draw the shape of a spiral, and it is open for free passage to each exit.

[0006]In another mode, said electrolyte membrane-electrode conjugate, While being a film of rectangular shape mostly and establishing an entrance to each passage of the above-mentioned anode gas and cathode gas in a diagonal position of the above-mentioned electrolyte membrane-electrode conjugate in plane view, Said anode gas passage and a cathode gas passage extend winding from each entrance on said electrolyte membrane-electrode conjugate, and each exit can be made to open them for free passage. Furthermore, according to the feature of this invention, it has independently an anode gas humidification means which humidifies anode gas, and a cathode gas humidification means which humidifies cathode gas, respectively, and the above-mentioned anode gas humidification means operates so that humidity of anode gas may become high relatively rather than humidity of cathode gas. When said anode gas humidification means provides a moisture supply means of mist shape in an anode gas passage, it may be made to humidify so that anode gas may be in a supersaturation state.

[0007]It comprises a desirable mode so that thickness of said solid polyelectrolyte membrane may be set to about 50 micrometers or less. An anode gas passage for supplying anode side gas to this one solid-polyelectrolyte-membrane and solid polymer electrolysis film side according to feature that this invention is another, A cathode gas passage for supplying cathode side gas to the another side side of said solid polyelectrolyte membrane, Have an anode gas humidification means which humidifies anode gas, and a cathode gas humidification means which humidifies cathode gas, and the above-mentioned anode gas humidification means, By providing a moisture supply means of mist shape in an anode gas passage, it humidifies so that anode gas may be in a supersaturation state, and it operates so that humidity of anode gas may become high relatively rather than humidity of cathode gas. It may be made to maintain water temperature of the anode side humidifying section to a temperature higher than temperature inside a fuel cell. It may be made to secure a damp or wet condition by the side of a desired anode electrode by increasing a circulating load of anode gas 2 to 10 times of the amount of stoichiometries required for an electrode reaction.

[0008]In a desirable mode, the amount of supply of moisture to anode gas is increased in a low loading field.

[0009]

[Mode for carrying out the invention]In order to keep good hydrogen ion conduction of a polymer electrolysis film as described above, and to maintain the activity of electrochemical reaction highly, it is necessary to make humidity of distributed gas high. According to the 1st feature of this invention, in order to secure desired moisture to the anode electrode side, it constitutes so that produced water by which it was generated in the cathode terminal side may be moved to the anode electrode side using the perviousness of solid polyelectrolyte membrane. While being able to make moisture react to reactant gas smoothly by supplying by the anode electrode side by this, in the cathode terminal side, there is an effect of killing two birds with one stone that produced water can be eliminated effectively. According to the 2nd feature of this invention, to the anode electrode side, it constitutes so that a lot of moisture may be supplied as compared with the cathode terminal side. Various modes can be considered in order to realize this. It is maintaining more highly than a cathode gas passage temperature of providing a humidification means of a direct supersonic humidifier etc. in an anode gas passage directly, increasing absolute magnitude of moisture in anode gas by increasing a circulating load of anode gas, and an anode gas passage, and securing a high humidity state etc. Thus, by controlling a moisture content by the side of an anode electrode and a cathode terminal,

high labile can be maintained and fuel cell performance can be raised.

[0010]

[Working example] Hereafter, the working example of this invention is described. The block chart of the fuel cell system 10 which can apply this invention is shown in drawing 1. In this example, hydrogen is used as anode gas and air is used as cathode gas. Hydrogen gas is stored in the hydrogen storage tank 11, is introduced into the back humidifying device 14 controlled by the predetermined pressure and the predetermined flow via the flow and the pressure controller 13 from this hydrogen storage tank 11, and is introduced into the polymer electrolyte fuel cell 1 concerning this invention after that. Air is compressed by the air compressor 15, is introduced into the humidifying device 17 via a flow and the pressure controller 16 like hydrogen gas, and is introduced into the inside of the humidified back fuel cell 1. And in the fuel cell 1 of stack structure, the pump 18 for cooling water for supplying cooling water via the humidifying section 17 is formed. And the radiator 19 is formed in the outlet side of the fuel cell 1.

[0011] In order to be able to control supply temperature of water to a humidifying section, the line heaters 22 and 23 are formed in the lines 20 and 21, respectively. The fuel cell system 10 of this example is provided with the water tank 24.

This water tank 24 is built into each water line 21 and 22, and the water tank 24 is common to a water supply system of a humidifier by the side of an anode and a cathode.

Prescribed temperature was controlled by the heater 25 and water temperature in the water tank 24 is come with it. Air from a fuel cell is exhausted, after the water condenser's 26 removing moisture and carrying out the failure of pressure to predetermined pressure by the pressure control valve 27. On the other hand, after circulating through inside of a fuel cell, hydrogen gas discharged from this cell is introduced into the hydrogen circulating pump 28, is introduced into a flow and the pressure controller 13, and is again introduced into the fuel cell 1. Reference of drawing 2 shows an explanatory view showing structure and a working principle of a power generation element ***** cell of this example. [of a fuel cell] In drawing 2, The power generation element (cell) 1 used as a constitutional unit of a fuel cell of this example is provided with the solid polyelectrolyte membrane 2 in the center, and to side of one of these as fuel. It has basic structure provided with the reduction pole 4, i.e., a cathode terminal, in which air as an oxygen source for reduction reactions is supplied to the oxidation electrode 3, i.e., anode electrode, and another side side to which ***** is supplied.

[0012] The anode electrode 3 is constituted by carbon crossing 31, laminating [the inside] the catalyst bed 33 to diffusion-zone 32 pan at the inside, and joining. And the fluting gas separating plate 30 which has a current collection function of the electric power which gas separated and generated is formed in the outside of the anode electrode 3. And the anode electrode side zygote comprises the anode electrode 3 and the fluting gas separating plate 30. The fluting gas separating plate 30 is provided with the slot for forming the anode gas passage 34 hydrogen gas which is fuel gas about an inside circulates supplying proton H^+ to the electrolyte membrane side. The surface contact part with the diffusion zone 32 of the carbon crossing 31 constitutes the collecting section which collects the electron by which it is generated from a hydrogen content child. The cathode terminal side also has same composition and it has the lamination junction structure of the carbon crossing 41, the diffusion zone 42, and the catalyst bed 43. And the outside of the carbon crossing 41 is equipped with the fluting gas separating plate 40, and it has a role which dissociates so that gas may not carry out the short pass of the slot which extends again the carbon crossing surface being crooked so that oxygen gas leaks and may not come out outside.

[0013] And the fluting gas separating plate 40 has a slot which has a depth of about 1 mm which forms the cathode gas passage 44 which circulates the oxygen which contacts proton H^+ from the electrolyte membrane side, and generates water. And a cathode lateral electrode zygote comprises the cathode terminal 4 and the fluting gas separating plate 40. It is combined by the cathode terminal side with the electron which is collected in the proton, i.e., H^+ and the anode electrode 3, which have moved via the electrolyte membrane 2 from the anode side as the above-mentioned composition shows to drawing 2 notionally, does external work, and is supplied to the cathode terminal 4 via an external circuit. Namely, by depriving a hydrogen content child of an electron, proton H^+ occurs in the anode electrode side, and in the cathode terminal side. Proton H^+ conducted via the electrolyte membrane 2, the electron from the external circuit which has external load, and the oxygen molecule supplied from a cathode gas passage react, and a water molecule generates. Reference of drawing 3 shows the gas-passageway pattern in the cell 1 concerning this invention with the form of the top view. While the electrolyte membrane-electrode conjugate which consists of an anode electrode arranged at this one solid-polyelectrolyte-membrane and solid-polyelectrolyte-membrane side and a

cathode terminal arranged at the another side side is constituted, the polymer electrolyte fuel cell of this example, It has the anode gas passage for supplying anode side gas to this one electrolyte membrane-electrode conjugate side, and the cathode gas passage for supplying cathode side gas to the another side side of said electrolyte membrane-electrode conjugate. And the anode gas passage and the cathode gas passage are provided by the physical relationship which confronts each other on both sides of said solid polyelectrolyte membrane. And in the cell 1 of this example, anode gas and cathode gas have the structure of flowing through the inside of each passage in parallel on both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate. This electrolyte membrane-electrode conjugate has constituted rectangular shape mostly.

While the entrances 50 and 51 and the exits 52 and 53 of hydrogen gas and air are established in the diagonal position of the above-mentioned electrolyte membrane-electrode conjugate in plane view, On said electrolyte membrane-electrode conjugate, from each entrance 50 and 51, said anode gas passages 54 and 55 and a cathode gas passage drew the shape of a spiral, and have extended. And in this example, mostly, in the center section of the electrolyte membrane-electrode conjugate, it was reversed, and this hydrogen gas and the air ducts 54 and 55 drew the shape of a spiral, and are prolonged toward each exit 52 and 53.

[0014]Reference of drawing 4 shows another gas-passageway pattern. While the hydrogen gas passages 54 and 55 and an air duct have a relation which confronts each other on both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate like the above-mentioned example also in this example and gas in each flows in parallel, The entrances 50, 51, 52, and 53 of gas are also the same at a point provided in a diagonal position of an electrolyte membrane-electrode conjugate on a rectangle. However, moving in a zigzag direction right and left in a figure, from the upper part, it went caudad and a gas-passageway pattern of this example is prolonged. As shown in drawing 3 and drawing 4, according to this invention, both the reactant gas passages 54 and 55 are the physical relationship which counters on both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate.

Both reactant gas flows in parallel on both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate. Reference of drawing 5 shows notionally how a moisture content by the side of an anode electrode and a cathode terminal changes from an entrance of gas to an exit. In drawing 5, the upper part of an electrolyte membrane-electrode conjugate shows a moisture change by the side of an anode electrode, and a lower part shows a moisture change by the side of a cathode terminal. A moisture content which accompanies moisture by the side of a cathode terminal to hydrogen gas decreases gradually toward an outlet side from an entrance side. This Reason is for proton H^+ to move to the cathode terminal side via an electrolyte membrane-electrode conjugate with a water molecule in the anode electrode side. For this reason, hydrogen gas is set up in the anode electrode side become higher than moisture of air by the side of a cathode terminal in an entrance side about a moisture content. On the other hand, in a cathode terminal, a reduction reaction which proton H^+ which has moved in inside of an electrolyte membrane-electrode conjugate, and an electron supplied from an external circuit combine occurs, and water generates in connection with this. For this reason, in a cathode terminal, a moisture content increases gradually according to air circulating toward an outlet side from an entrance.

[0015]Therefore, the material balance of the moisture of the whole fuel cell system after taking operation of a cell into consideration, In the anode electrode side, moisture is consumed and moisture increases at the cathode terminal side by generating of the water by movement and the reduction reaction of a water molecule accompanying movement of proton H^+ from the anode side as reactant gas moves to an outlet side from an entrance side. Therefore, at the anode electrode side, supply of water is needed and discharge of water becomes important by the cathode terminal side. After taking into consideration the mass transfer of the moisture through an electrolyte membrane-electrode conjugate by this invention in view of this, the moisture control system of the whole fuel cell is established. While according to one feature of this invention confronting the channel of the air which is a supply source of hydrogen gas and oxygen gas as mentioned above on both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate and constituting it from this invention, it is made to be parallel in ring main, It constitutes so that the mass transfer of the moisture by the side of an anode electrode and a cathode terminal may be promoted. In near the entrance gives the density difference of moisture to the both sides of an electrolyte membrane-electrode conjugate which have water perviousness by maintaining the humidity of the anode gas introduced into a cell in this invention more highly than the humidity of cathode gas, and the electrode reaction is not advancing so much, It constitutes so that the spreading diffusion of the moisture from an anode gas aisle side to a cathode gas aisle side may be promoted (see the arrow A of drawing 5). Since moisture is consumed by the anode electrode side as mentioned above and moisture increases in the cathode terminal side as a

reaction advances toward the outlet side of a passage, Near an outlet side, it will reverse with an entrance side and moisture will carry out spreading diffusion of the density difference of moisture toward the anode electrode side via an electrolyte membrane-electrode conjugate from the cathode terminal side (see the arrow B of drawing 5).

[0016]Therefore, since moisture transfer which passes an electrolyte membrane-electrode conjugate as mentioned above will be produced so that density difference in a two-electrodes side may be canceled if the material balance of the above-mentioned moisture is considered as the whole system, Change inclination of a moisture content can be minimized covering an overall length of a continuous gas passageway through which it passes from an entrance to which [of an anode electrode and a cathode terminal] side at an outlet side. As a result, at the anode electrode side, a shortage of moisture by consumption of moisture in an outlet side is relieved, and a problem of flooding by increase in moisture can be effectively solved by the cathode terminal side. In order to maintain more highly than the cathode terminal side a moisture content by the side of an anode electrode, by this example, temperature of a humidifier by the side of an anode electrode is operated at about 90 ** higher about 10 ** than an operating temperature (about 80 **) of a cell. Since the amount of saturated steam in hydrogen gas at 90 ** becomes twice [about] the amount of saturated steam in hydrogen gas at 80 **, it is effective to humidify temperature of water supply matter gas in the state where it maintained highly in order to make a company moisture content into a cell increase. In another example, a company moisture content is increased by making a circulating load of hydrogen into 2 thru/or about 10 times and sushi of the amount of theories required for a reaction, and usual about 1.5 or more times.

[0017]On the other hand, humidity by the side of a cathode terminal is relatively stopped low rather than the cathode terminal side. For this purpose, temperature by the side of a cathode terminal is controlled by this example at same about 80 ** as cell temperature. In order to increase a reactant gas Nakamizu daily dose, a mist generator like a supersonic humidifier can be installed in a humidifier, a steam can be compulsorily introduced into distributed gas, and it can also supply by a supersaturation state. In control of a pan and a moisture content, it is preferred to increase a moisture content in a low loading state, and cell potential can be raised, controlling polarization by this.

[0018]

[Effect of the Invention][Effect of the Invention]. According to invention, in a solid polymer electrolysis film fuel cell, the moisture content of both the anode electrode side and a cathode terminal is controlled by Uemoto invention using the perviousness of the moisture of an electrolyte membrane-electrode conjugate.

therefore — since it carried out for obtaining, while being able to perform moisture control compactly, the produced water by the side of a cathode terminal can be processed simultaneously — the power generation performance of a fuel cell — good — *****.

In this invention, since it was made to perform humidity of anode gas and cathode gas independently, respectively, the proper control corresponding to each necessity by the side of the anode electrode and cathode terminal which have a different special feature can be attained.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The block chart of the fuel cell control system which can apply this invention,

[Drawing 2]The outline sectional view showing the principle of operation of the electrolyte membrane-electrode conjugate of the polymer electrolyte fuel cell concerning one working example of this invention,

[Drawing 3]The top view showing the gas-passageway pattern in an electrolyte membrane-electrode conjugate,

[Drawing 4]The top view showing another gas-passageway pattern of an electrolyte membrane-electrode conjugate,

[Drawing 5]It is a key map showing the changing condition of the moisture content by the side of the anode electrode covering a gas-passageway overall length, and a cathode terminal.

[Explanations of letters or numerals]

- 1 Polymer electrolyte fuel cell
- 2 Solid polyelectrolyte membrane
- 3 Anode electrode
- 4 Cathode terminal
- 30 Fluting gas separating plate
- 31 Carbon crossing
- 32 Diffusion zone.

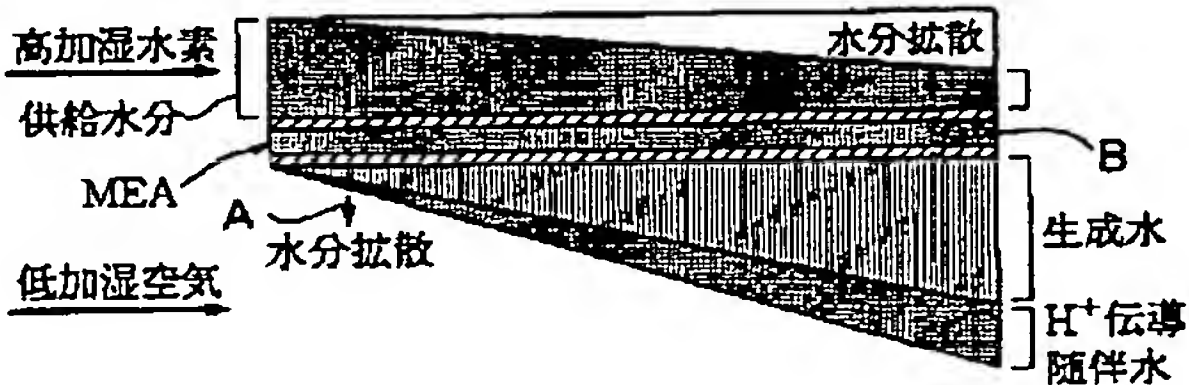
[Translation done.]

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M	8/02		H 0 1 M 8/02	R
	8/04		8/04	P
	8/10		8/10	K
				J
審査請求 未請求 請求項の数10 O L （全 7 頁）				

(21)出願番号	特願平8-90750	(71)出願人	000003137 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地3番1号
(22)出願日	平成8年(1996)4月12日	(72)発明者	長谷川 泰明 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72)発明者	渡辺 正五 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 中村 稔 (外7名)

(54)【発明の名称】 固体高分子型燃料電池

(57)【要約】 (修正有)
【課題】燃料電池全体の水分の給排制御を適正に行ない、装置の大型化を抑制し、燃料電池の性能を高める。
【解決手段】固体分子電解質膜と、その一方の側に配置されるアノード電極と他方の側に配置されるカソード電極とからなる電解質膜-電極接合体と、該電解質膜-電極接合体の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、前記電解質膜-電極接合体の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路とを備えた固体高分子型燃料電池において、前記アノードガス通路とカソードガス通路とが前記電解質膜-電極接合体を挟んで対峙する位置関係で設けられ、かつアノードガスとカソードガスとがそれぞれ通路内を並行して流通するように構成された、固体高分子型燃料電池。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固体高分子電解質膜と、該固体高分子電解質膜の一方の側に配置されるアノード電極と他方の側に配置されるカソード電極とからなる電解質膜－電極接合体と、
該電解質膜－電極接合体の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、
前記電解質膜－電極接合体の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路とを備えた固体高分子型燃料電池において、
前記アノードガス通路とカソードガス通路とが前記電解質膜－電極接合体を挟んで対峙する位置関係で設けられ、かつアノードガスとカソードガスとがそれぞれの通路内を並行して流通するように構成されたことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記電解質膜－電極接合体は、ほぼ矩形形状の膜であって、
上記アノードガスとカソードガスの各通路に対する出入口が平面視において上記電解質膜－電極接合体の対角位置に設けられるとともに、
前記アノードガス通路とカソードガス通路は前記電解質膜－電極接合体上においてそれぞれの入口から螺旋状を描いて延びるように形成されており、該アノード及びカソードガス通路は途中で反転し、螺旋状を描いてそれぞれの出口に連通していることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記電解質膜－電極接合体は、ほぼ矩形形状の膜であって、
上記アノードガスとカソードガスの各通路に対する出入口が平面視において上記電解質膜－電極接合体の対角位置に設けられるとともに、
前記アノードガス通路とカソードガス通路は前記電解質膜－電極接合体上においてそれぞれの入口から蛇行しつつ延びてそれぞれの出口に連通していることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 4】 請求項 1 において、アノードガスを加湿するアノードガス加湿手段と、
カソードガスを加湿するカソードガス加湿手段と、
をそれぞれ独立に備え、
上記アノードガス加湿手段はアノードガスの湿度がカソードガスの湿度よりも相対的に高くなるように動作することを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 5】 請求項 1 または 4 において、前記アノードガス加湿手段がアノードガス通路にミスト状の水分供給手段を設けることによってアノードガスが過飽和状態となるように加湿するようになったことを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 6】 請求項 1 において、前記固体高分子電解質膜の厚さが約 50 μm 以下であることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 7】 固体高分子電解質膜と、
該固体高分子電解質膜の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、
前記固体高分子電解質膜の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路と、
アノードガスを加湿するアノードガス加湿手段と、
カソードガスを加湿するカソードガス加湿手段と、
を備え、

上記アノードガス加湿手段は、アノードガス通路にミスト状の水分供給手段を設けることによってアノードガスが過飽和状態となるように加湿して、アノードガスの湿度がカソードガスの湿度よりも相対的に高くなるように動作することを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 8】 請求項 7 において、アノード側加湿部の水温を燃料電池内部の温度より高い温度に維持することを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 9】 請求項 7 において、アノードガスの循環量を電極反応に必要な化学量論量の 2～10 倍にすることを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【請求項 10】 請求項 7 乃至 9 において、低負荷領域においてアノードガスへの水分の供給量を増大することを特徴とする固体高分子型燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、固体高分子型燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】 固体高分子型燃料電池は、一般的に、水素イオン伝導性の固体高分子を白金触媒を担持したカーボン電極で挟み込んで構成される発電素子（セル）すなわち固体高分子電解質膜－電極接合体の電極面にそれぞれの反応ガスを供給するためのガス通路を画成するとともに、セルを両側から支持するガス分離部材とを積層した構造を有する。そして、一方の電極に水素ガス等の燃料ガスを供給し、他方の電極に酸素あるいは空気等の酸化剤ガスを供給して、燃料ガスの酸化還元反応にかかる化学エネルギーを直接電気エネルギーとして抽出するようになっている。この場合上記のようにセルが積層されることによって構成される燃料電池は、各セルの電極面へのガス供給のためにセルの積層方向に延びるガス通路を備えており、このセル積層方向に延びるガス通路は各セルの電極面上のガス通路へのガス供給口及び該電極面上のガス通路からのガス排出口を構成する。このガスの供給、排出口はセルの端部付近に設けられる。そして、反応ガスは電極によって隔離された状態で、電極のそれぞれの側で酸化及び還元反応を行いつつそれぞれの電極面上を流通するようになっている。

【0003】 特開平 5-94831 号公報には、一方の電極面上を流通する水素とその反対側の面を流通する酸素が直交する方向に流れるように構成した燃料電池が開

示されている。反応ガスの各電極面での流れパターンは、上記公報に開示される以外にも知られている。燃料電池を構成する各セル内において、電子は、外部負荷を通過してカソード側に移動し、酸素と反応して水を生成する一連の電気化学反応による電気エネルギーを取り出すことができるものである。固体高分子電解質膜中では水素イオンが移動するため固体高分子電解質膜が乾燥してしまうと、イオン伝導率が低下し、エネルギー変換効率が低下してしまう。よって良好なイオン伝導を保つために固体高分子電解質膜に水分を供給する必要がある。

【0004】

【解決しようとする課題】従来の固体高分子型燃料電池においては、高い反応速度を維持するために上記の水分の補給を専ら電極反応が生じるセルの外部に設けられた加湿装置によって行なうようになっている。しかし、反応ガスの加湿を加湿装置に専ら依存させる構成では、装置の大型化は免れない。上記のように燃料電池において、水分はアノード電極側、カソード電極側の両方で必要となるが、カソード電極側では、電極反応によって水が生成する。この生成水はそのまま電極面に止まるとその後のカソード電極反応を阻害するので、適当な手段によって電極面から排除する必要がある。一方、アノード電極側では電極反応を適正に継続させるためには、水素ガスを湿潤状態に維持する必要がある。従来では、このような燃料電池の全体のシステムにおいて水分の制御をトータル的に対策したものはない。本発明はこのような観点で構成されたもので、燃料電池全体の水分の給排制御を適正に行なうことによって、装置の大型化を抑制しつつ燃料電池の性能の向上を図ることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は以下のように構成される。すなわち、本発明にかかる固体高分子型燃料電池は、固体高分子電解質膜と、該固体高分子電解質膜の一方の側に配置されるアノード電極と他方の側に配置されるカソード電極とからなる電解質膜－電極接合体と、該電解質膜－電極接合体の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、前記電解質膜－電極接合体の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路とを備えた固体高分子型燃料電池において、前記アノードガス通路とカソードガス通路とが前記固体高分子電解質膜を挟んで対峙する位置関係で設けられ、かつアノードガスとカソードガスとがそれぞれの通路内を並行して流通するように構成したことを特徴とする。この場合、前記電解質膜－電極接合体は、ほぼ矩形形状の膜であって、上記アノードガスとカソードガスの各通路に対する出入口が平面視において上記電解質膜－電極接合体の対角位置に設けられるとともに、前記アノードガス通路とカソードガス通路は前記電解質膜－電極接合体上においてそれ

その入口から螺旋状を描いて延びるように形成されており、該アノード及びカソードガス通路は途中で反転し、螺旋状を描いてそれぞれの出口に連通しているのが好ましい。

【0006】さらに、別の態様では、前記電解質膜－電極接合体は、ほぼ矩形形状の膜であって、上記アノードガスとカソードガスの各通路に対する出入口が平面視において上記電解質膜－電極接合体の対角位置に設けられるとともに、前記アノードガス通路とカソードガス通路は前記電解質膜－電極接合体上においてそれぞれの入口から蛇行しつつ延びてそれぞれの出口に連通させるようにすることもできる。さらに本発明の特徴によれば、アノードガスを加湿するアノードガス加湿手段と、カソードガスを加湿するカソードガス加湿手段と、をそれぞれ独立に備え、上記アノードガス加湿手段はアノードガスの湿度がカソードガスの湿度よりも相対的に高くなるように動作する。前記アノードガス加湿手段がアノードガス通路にミスト状の水分供給手段を設けることによってアノードガスが過飽和状態となるように加湿するようにしてもよい。

【0007】好ましい態様では、前記固体高分子電解質膜の厚さが約50 μ m以下となるように構成される。さらに本発明の別の特徴によれば、固体高分子電解質膜と、該固体高分子電解質膜の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、前記固体高分子電解質膜の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路と、アノードガスを加湿するアノードガス加湿手段と、カソードガスを加湿するカソードガス加湿手段と、を備え、上記アノードガス加湿手段は、アノードガス通路にミスト状の水分供給手段を設けることによってアノードガスが過飽和状態となるように加湿して、アノードガスの湿度がカソードガスの湿度よりも相対的に高くなるように動作する。また、アノード側加湿部の水温を燃料電池内部の温度より高い温度に維持するようにしてもよい。また、アノードガスの循環量を電極反応に必要な化学量論量の2～10倍にすることによって所望のアノード電極側の湿潤状態を確保するようにしてもよい。

【0008】好ましい態様では、低負荷領域においてアノードガスへの水分の供給量を増大するようになっている。

【0009】

【発明の実施の形態】上記したように高分子電解質膜の水素イオン伝導を良好に保ち、かつ電気化学反応の活性を高く維持するためには、供給ガスの湿度を高くする必要がある。本発明の第1の特徴によれば、アノード電極側において所望の水分を確保するためにカソード電極側で発生した生成水を固体高分子電解質膜の浸透性を利用してアノード電極側に移動させるように構成している。これによってアノード電極側では反応ガスに水分を供給し

て反応を円滑に行わせることができるとともに、カソード電極側では、有効に生成水を排除できるという、一石二鳥の効果がある。本発明の第2の特徴によれば、アノード電極側に対して、カソード電極側に比して多量の水分を補給するように構成している。これを実現するために様々な態様が考えられる。アノードガス通路に直接超音波加湿器等の直接加湿手段を設けること、アノードガスの循環量を増大させることによってアノードガス中の水分の絶対量を増大させること、アノードガス通路の温度をカソードガス通路よりも高く維持して高湿度状態を確保する等である。このようにアノード電極側及びカソード電極側の水分量を制御することにより高い反応活性を維持することができ、燃料電池性能を向上させることができるものである。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。図1には、本発明を適用することができる燃料電池システム10のブロックチャートが示されている。本例においては、アノードガスとして水素が用いられ、カソードガスとして空気が使用される。水素ガスは水素貯蔵タンク11に貯蔵されており、該水素貯蔵タンク11から流量・圧力制御装置13を経由して所定の圧力、所定の流量に制御された後加湿装置14に導入され、その後、本発明にかかる固体高分子型燃料電池1に導入されるようになっている。また、空気は、空気コンプレッサ15によって圧縮され、水素ガスと同様に流量・圧力制御装置16を経由して加湿装置17に導入され、加湿された後燃料電池1の内部に導入されるようになっている。そして、スタック構造の燃料電池1内には、加湿部17を介して冷却水を供給するための冷却水用ポンプ18が設けられる。そして、燃料電池1の出口側には放熱器19が設けられる。

【0011】さらに、加湿部への水の供給温度を制御できるようにするためにライン20、21にラインヒータ22、23とがそれぞれ設けられる。さらに、本例の燃料電池システム10は、水タンク24を備えており、この水タンク24はそれぞれの水ライン21、22に組み込まれており、水タンク24はアノード側とカソード側の加湿器の水供給系に共通になっている。水タンク24内の水温はヒータ25によって所定温度の制御されるようになっている。燃料電池からの空気は、水凝縮器26によって水分を除去し、かつ、圧力制御弁27によって所定圧力まで圧力低下させた後、排気されるようになっている。一方、燃料電池内を循環した後、該電池から排出された水素ガスは、水素循環ポンプ28に導入され、流量・圧力制御装置13に導入されて、再び燃料電池1に導入されるようになっている。図2を参照すると、本例の燃料電池の発電素子すなわちセルの構造及び作動原理を示す説明図が示されている。図2において、本例の燃料電池の構成単位となる発電素子（セル）1は中央に

固体高分子電解質膜2を備えその一方の側に燃料としての水素が供給される酸化電極すなわちアノード電極3、他方の側に還元反応用の酸素源としての空気が供給される還元電極すなわちカソード電極4を備える基本構造になっている。

【0012】アノード電極3は、カーボンクロス31、その内側に拡散層32さらにその内側に触媒層33を積層して接合することによって構成されている。そして、アノード電極3の外側には、ガスの分離及び発電した電力の集電機能を有する溝付ガス分離板30が設けられている。そして、アノード電極3と溝付ガス分離板30とでアノード電極側接合体が構成される。溝付ガス分離板30は、内部を燃料ガスである水素ガスがプロトン H^+ を電解質膜側に供給しつつ流通するアノードガス通路34を画成するための溝を備えている。カーボンクロス31の拡散層32との面接触部は、水素分子から発生する電子を集電する集電部を構成する。カソード電極側も同様な構成になっており、カーボンクロス41、拡散層42、触媒層43の積層接合構造を有する。そしてカーボンクロス41の外側には溝付ガス分離板40を備えており、酸素ガスが外部に漏れ出ないようにまた、カーボンクロス表面を屈曲しつつ延びる溝をガスがショートパスしないように分離を行なう役割をもつ。

【0013】そして、溝付ガス分離板40は、電解質膜側からのプロトン H^+ と接触して水を生成する酸素を流通させるカソードガス通路44を画成する約1mm程度の深さを有する溝を有している。そして、カソード電極4と溝付ガス分離板40とでカソード側電極接合体が構成される。上記構成によって図2に概念的に示すようにアノード側から電解質膜2を介して移動してきたプロトンすなわち H^+ とアノード電極3において集電されて外部仕事をして外部回路を経由してカソード電極4に供給される電子とのカソード電極側で結合される。すなわちアノード電極側では、水素分子が電子を奪われることによってプロトン H^+ が発生し、カソード電極側では、電解質膜2を介して伝導されたプロトン H^+ と外部負荷を有する外部回路からの電子とカソードガス通路から供給される酸素分子とが反応して水分子が生成する。図3を参照すると、本発明にかかるセル1におけるガス通路パターンが平面図の形態で示されている。本例の固体高分子型燃料電池は、固体高分子電解質膜と、該固体高分子電解質膜の一方の側に配置されるアノード電極と他方の側に配置されるカソード電極とからなる電解質膜-電極接合体が構成されるとともに、該電解質膜-電極接合体の一方の側にアノード側ガスを供給するためのアノードガス通路と、前記電解質膜-電極接合体の他方の側にカソード側ガスを供給するためのカソードガス通路とを備えている。そして、アノードガス通路とカソードガス通路とは前記固体高分子電解質膜を挟んで対峙する位置関係で設けられている。そして、本例のセル1において

は、アノードガスとカソードガスとはそれぞれの通路内を電解質膜—電極接合体を挟んで並行して流れる構造になっている。該電解質膜—電極接合体は、ほぼ矩形形状を成しており、水素ガスと空気の入口50、51及び出口52、53が平面視において上記電解質膜—電極接合体の対角位置に設けられるとともに、前記アノードガス通路54、55とカソードガス通路は前記電解質膜—電極接合体上においてそれぞれの入口50、51から螺旋状を描いて延びている。そして、該水素ガス及び空気通路54、55は本例ではほぼ電解質膜—電極接合体の中央部において、反転して螺旋状を描いてそれぞれの出口52、53に向かって延びている。

【0014】図4を参照すると、別のガス通路パターンが示されている。本例においても、上記の例と同様に、水素ガス通路54、55及び空気通路とは電解質膜—電極接合体を挟んで対峙する関係になっており、それぞれにおけるガスは並行に流れるようになっているとともに、ガスの出入口50、51、52、53も矩形上の電解質膜—電極接合体の対角位置に設けられる点で同じである。しかし本例のガス通路パターンは図において左右に蛇行しつつ上方から下方に向かって延びている。図3及び図4に示すように本発明によれば、両反応ガス通路54、55は、電解質膜—電極接合体を挟んで対向する位置関係になっており、両反応ガスは、電解質膜—電極接合体を挟んで並行に流れるようになっている。図5を参照すると、アノード電極側及びカソード電極側の水分量がガスの入口から出口にかけてどのように変化するか概念的に示されている。図5において、電解質膜—電極接合体の上方がアノード電極側の水分変化を示し下方はカソード電極側の水分変化を示す。カソード電極側の水分は水素ガスに伴伴する水分量は入口側から出口側に向かって徐々に減少する。この理由は、アノード電極側ではプロトン H^+ が水分子を伴って電解質膜—電極接合体を介してカソード電極側に移動するためである。このためアノード電極側では、水素ガスを水分量を入口側においてカソード電極側の空気の水分よりも高くなるように設定する。一方、カソード電極では、電解質膜—電極接合体内を移動してきたプロトン H^+ と外部回路から供給される電子とが結合する還元反応が起こり、これにともなって水が生成する。このためカソード電極では入口から出口側に向かって空気が流通するのに応じて、水分量は徐々に増大する。

【0015】したがって、セルの動作を考慮した上での燃料電池システム全体の水分の物質収支は、アノード電極側では反応ガスが入口側から出口側に移動するにしたがって、水分が消費され、カソード電極側では、アノード側からのプロトン H^+ の移動に伴う水分子の移動及び還元反応による水の発生によって水分が増加する。したがって、アノード電極側では、水の供給が必要となり、カソード電極側では水の排出が肝要となる。このことに

鑑み、本発明では、電解質膜—電極接合体を介しての水分の物質移動を考慮した上で、燃料電池全体の水分制御システムを確立している。本発明の1つの特徴によれば、本発明では上記のように水素ガスと酸素ガスの供給源である空気の流路を電解質膜—電極接合体を挟んで対峙させて構成するとともに両ガスを並行して流すようにして、アノード電極側とカソード電極側との水分の物質移動が促進されるように構成している。さらに、本発明では、セルに導入されるアノードガスの湿度をカソードガスの湿度よりも高く維持することにより水浸透性を有する電解質膜—電極接合体の両側に水分の濃度差を与え電極反応がそれほど進行していない入口付近においては、アノードガス通路側からカソードガス通路側への水分の拡散移動が促進されるように構成している（図5の矢印Aを参照）。通路の出口側に向かって反応が進行するにつれて、上記のようにアノード電極側では水分を消費し、カソード電極側では水分が増加するので、出口側付近では水分の濃度差は入口側と逆転し、電解質膜—電極接合体を介してカソード電極側からアノード電極側に向かって水分が拡散移動することとなる（図5の矢印Bを参照）。

【0016】したがって、全体のシステムとして上記の水分の物質収支を考えると、上記のように電解質膜—電極接合体を介しての水分移動は両電極面における濃度差を解消するように生じるので、アノード電極及びカソード電極のいずれの側においても入口から出口側への連続したガス通路の全長にわたって水分量の変化勾配を最小化することができる。この結果、アノード電極側では、出口側における水分の消費による水分不足が解消され、カソード電極側では、水分増加によるフラッディングの問題を有効に解消することができる。アノード電極側の水分量をカソード電極側よりも高く維持するために、本例では、アノード電極側の加湿器の温度をセルの運転温度（約80℃）よりも約10℃高い約90℃で運転する。90℃における水素ガス中の飽和水蒸気量は80℃における水素ガス中の飽和水蒸気量の約2倍となるので、供給水素ガスの温度を高く維持した状態で加湿することはセル内への同伴水分量を増加させるために有効である。また、別の例では、水素の循環量を反応に必要な理論量の2乃至10倍程度とすし、通常の1.5倍程度以上とすることによって同伴水分量を増大させる。

【0017】一方、カソード電極側の湿度はカソード電極側よりも相対的に低く抑える。この目的のために、本例では、カソード電極側の温度をセル温度と同じ約80℃に制御する。また反応ガス中水分量を増大させるためにたとえば、超音波加湿器のようなミスト発生器を加湿器に設置し、強制的に水蒸気を供給ガスに導入して過飽和状態で供給することもできる。さら、水分量の制御において、低負荷状態において水分量を増大させることが好ましく、これによって分極を抑制しつつセル電位を高

めることができる。

【0018】

【発明の効果】上記したように、本発明によれば、固体高分子電解膜燃料電池において、電解質膜－電極接合体の水分の浸透性を利用してアノード電極側及びカソード電極の両方の水分量を制御するようにしたので、水分制御をコンパクトに行なうことができるとともに、カソード電極側の生成水の処理を同時に行なうことができ、燃料電池の発電性能を良好に維持することができる。さらに、本発明では、アノードガスとカソードガスの湿度をそれぞれ独立して行なうようにしたので、異なる特質を有するアノード電極とカソード電極側のそれぞれの必要性に対応した適正な制御を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用することができる燃料電池制御システムのブロックチャート、

【図2】本発明の1実施例にかかる固体高分子型燃料電*

*池の電解質膜－電極接合体の動作原理を示す概略断面図、

【図3】電解質膜－電極接合体におけるガス流路パターンを示す平面図、

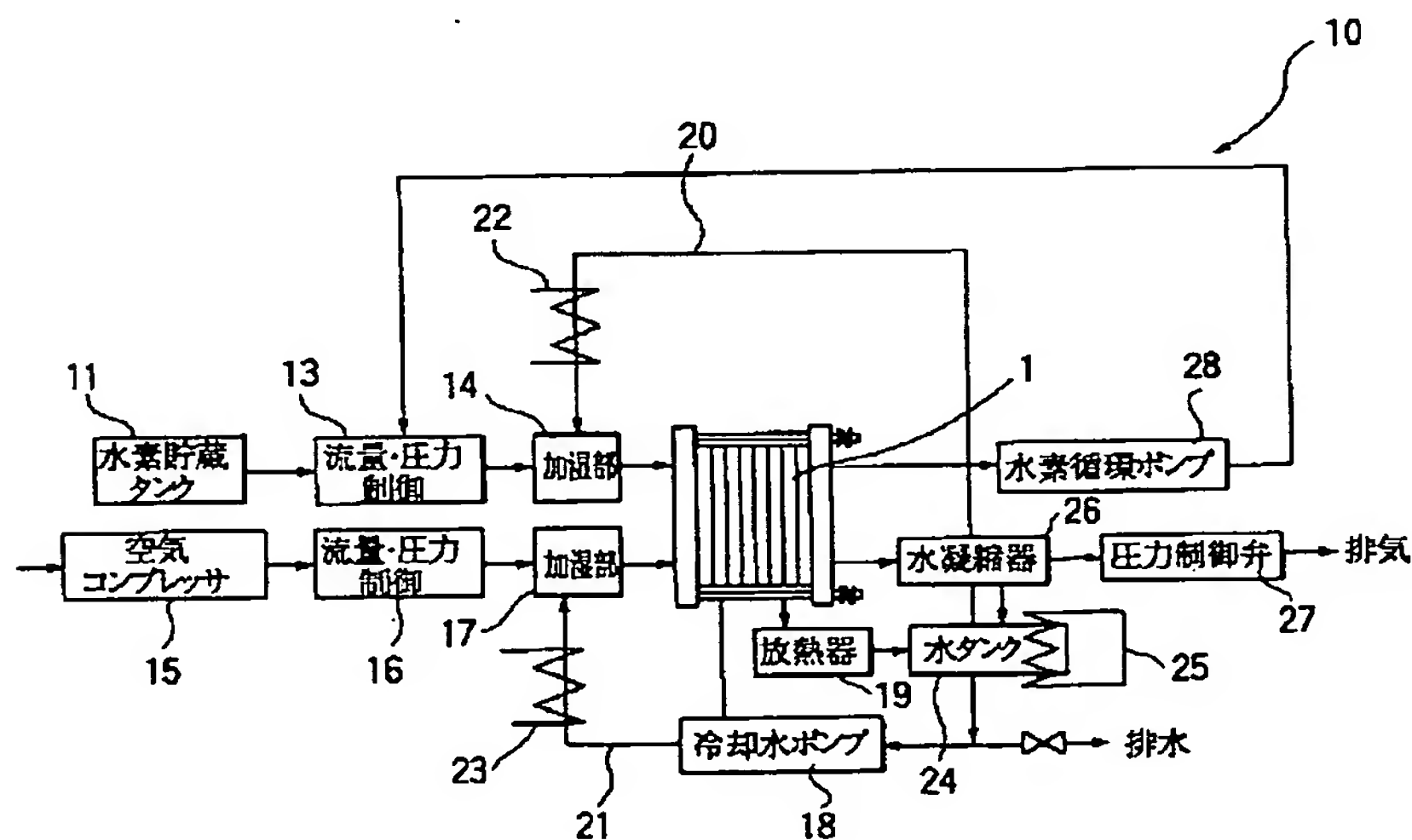
【図4】電解質膜－電極接合体の別のガス流路パターンを示す平面図、

【図5】ガス流路全長にわたるアノード電極側及びカソード電極側の水分量の変化状態を示す概念図である。

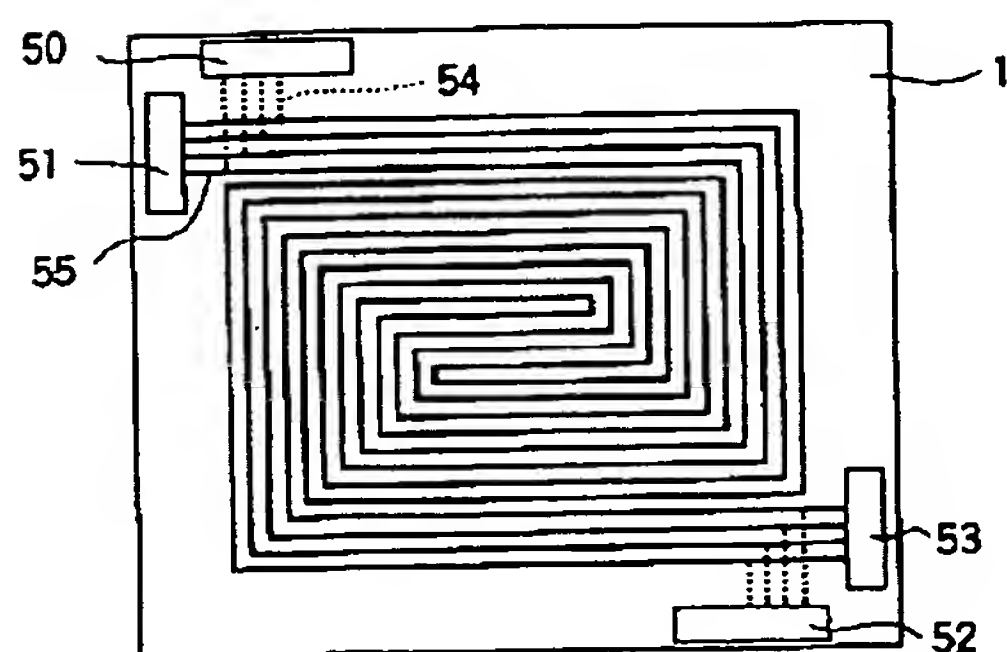
【符号の説明】

- 1 固体高分子型燃料電池
- 2 固体高分子電解質膜
- 3 アノード電極
- 4 カソード電極
- 30 溝付ガス分離板
- 31 カーボンクロス
- 32 拡散層。

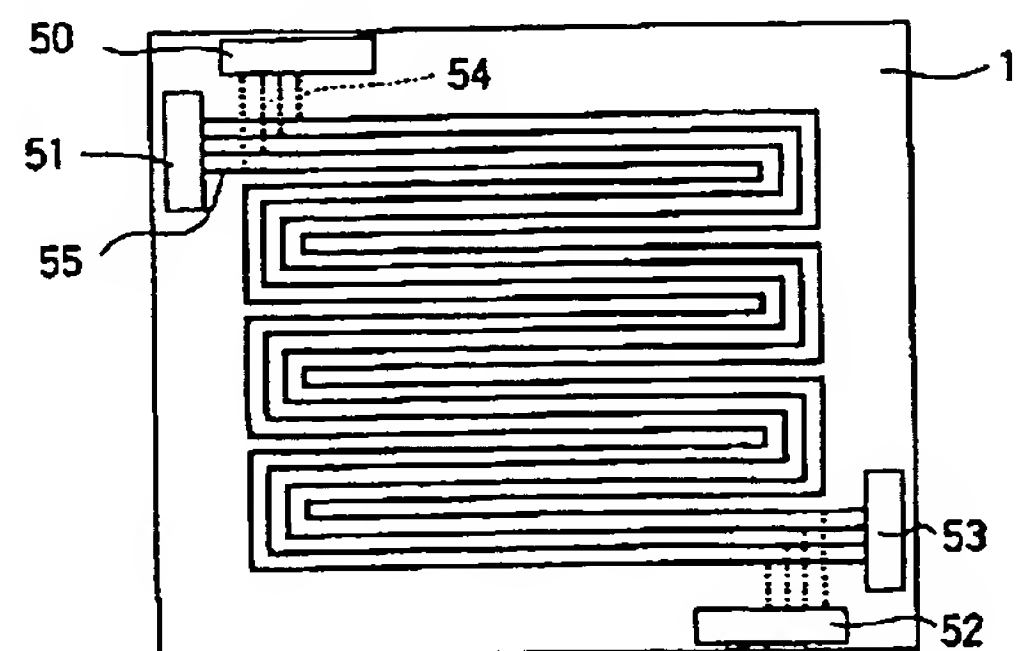
【図1】



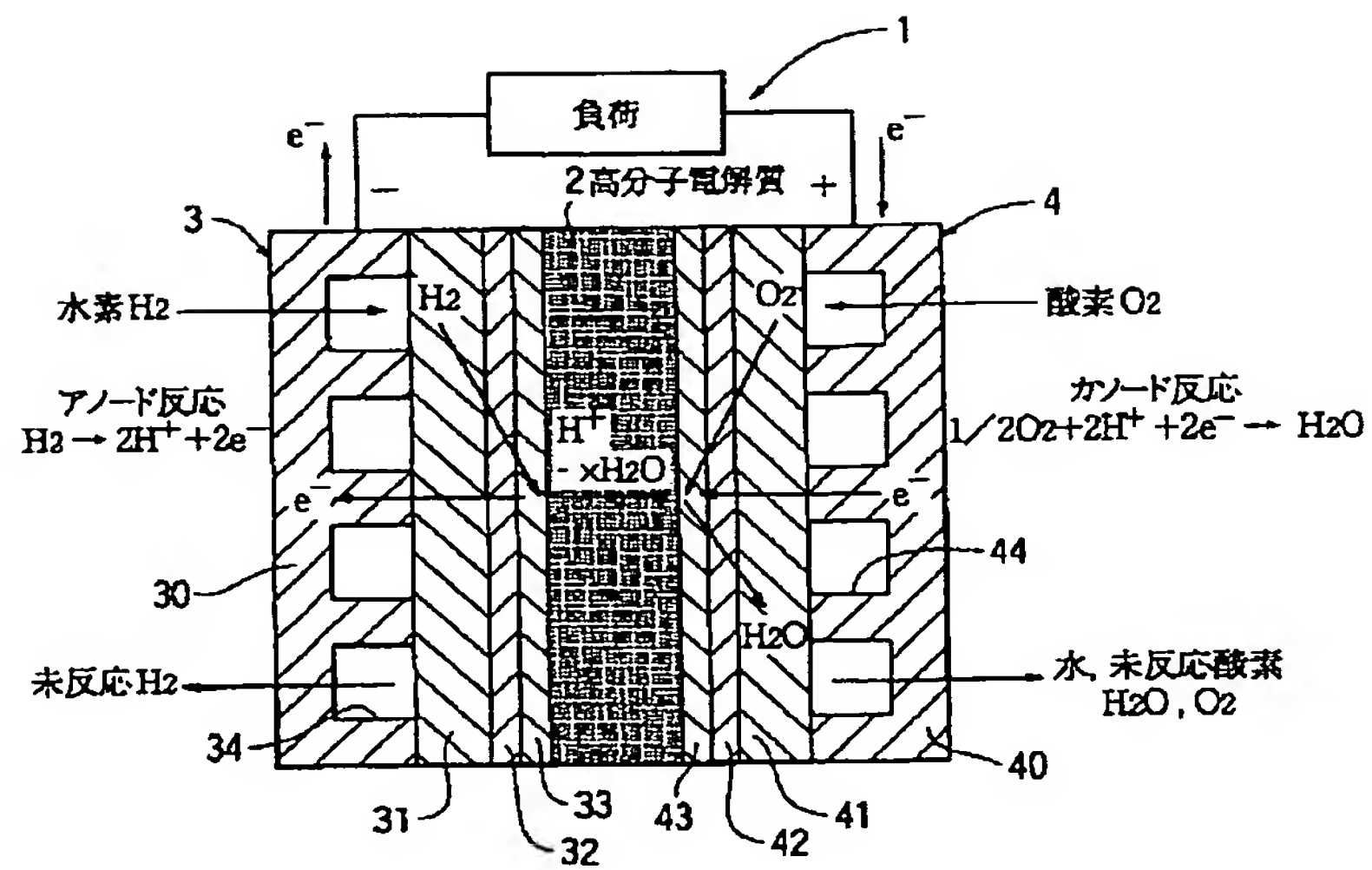
【図3】



【図4】



【図2】



【図5】

